

# サッカー選手に対するスプリント能力 開発の試み

小 野 剛

近代サッカーにおけるスピード化にはめざましいものがあり、選手個々のスプリント能力も、判断の速さ、ボールコントロールの速さ、敏捷性などとともに、そのスピード化を支える重要な要素の1つと考えられる。また、近年では2トップあるいは1トップで戦うチームが増え、前線に空いているスペースに後方から長い距離を走って入り込むような動きも非常に多く見られる。そのような中、選手個々のスプリント能力開発は、ますます重要な課題となっていると考えられる。Kollath<sup>9)</sup>は、ドイツのプロサッカー選手とアマチュア選手のスプリント能力の比較を行ったところ大きな差があったことを報告し、戸茱<sup>31)</sup>は日本リーグの正選手と補欠選手の各体力要素を比較した結果、有意な差が認められたのは50m走だけであったことを報告している。このようにスプリント能力の重要性は認識されつつも、サッカーに関する研究の中ではスプリント能力に関する分野は非常に少ないのが現状である。これはスピードというものは遺伝的要素が大きく、変化のしにくいものと捉えられている<sup>32)</sup> ことにも起因していると思われる。このような点を反映してか、トレーニングの現場においてもスプリント能力の開発に関しては明確な理論に基づいて行われているとは言い難く、大部分が、短い距離を全力で走ることの反復によってスピードのトレーニングを行っているのみであると思われる<sup>32)</sup>。また、そのダッシュの反復も、適切な本数及び休息のもとで行われているとは限らず、スピードのトレーニングのつもりが結果的には持久性のトレーニングになってしまっている場合も少なくない。Ozolin<sup>22)</sup>は「同一のリズム・スピードでの類似したトレーニング方法の反復使用は、より高いレベルのスピードへの発達を妨げるであろう。」と述べ、さらに、「スピードを高めるためのト

レーニングとしては、動作の頻度を増加させ新たな神経筋パターンを確立する必要性がある」と述べているように、ダッシュの反復だけでは適切な条件で行ったとしても新たなスピードの開発に結び付くかどうかは疑問である。

ところで1970年代以降、国際的なトップレベルのスプリントには大きな変革がみられる<sup>18)</sup>。それはスプリント疾走での、地面の先取り（積極着地）と、脚の高速回転（接地及び回復時間の短縮）にみられる疾走フォームの変化と、それを可能にするトレーニング法の開発である。特に近年では、短距離種目のトレーニング方法としてスプリントアシステッドトレーニング（sprint assisted training）というものが用いられ、短期間に顕著な効果があがるということが報告されている<sup>4)5)30)33)</sup>。

スプリントトレーニングには走者にかかる負荷を変えて、通常のランニング形態を変化させ、スプリント能力を向上させようとするトレーニングがある<sup>19)</sup>（図1参照）。1つはスピードを抑制する負荷のかけ方、すなわち与えられる負荷に打ち勝って疾走を続けることによってスプリントに必要なパワーや筋持久力を養成しようとするものである。これは、スプリントレジステッドトレーニング（sprint resisted training）と呼ばれ、傾斜を利用した登り坂走や重量物を着用して走る荷重走などがある。しかし、レジステッドトレーニングはストライド・ピッチともに減少させた形でのトレーニングとなるので、この反復はかえって逆効果になるともいわれており<sup>9)</sup>、単独で用いられることはあまりないようである<sup>23)</sup>。もう1つは、疾走スピードを助長する負荷のかけ方、すなわち負荷を軽減して通常では出せない超最大速度（supramaximal speed）を生起させ、神経・筋機能を発達改善させようとするものであり、先述のスプリントアシステッドトレーニングがこれにあたる。負荷の軽減法は、自然環境的なものと人為的なものとに大別されるが、近年、パウダークラッチを介し、張力を調節することを可能にした小型モーターによって等張的に牽引を行うトゥイングマシンが開発され、スプリントアシステッドトレーニングの中心となっている<sup>18)28)</sup>。

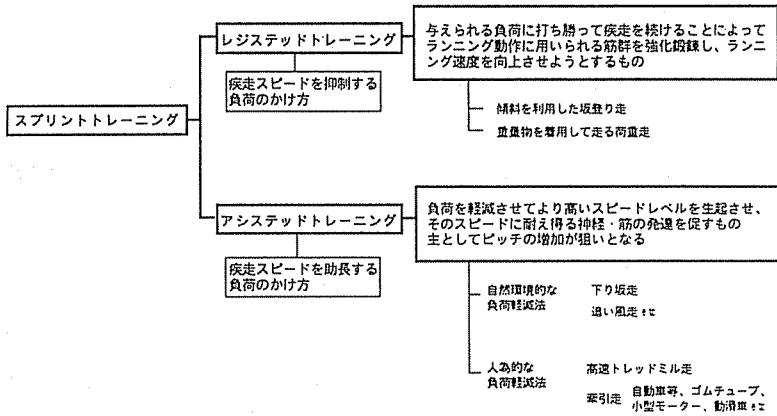


図1 負荷のかけ方によるスプリントトレーニングの分類

スプリントアシステッドトレーニングは、1966年アメリカの Sandwick<sup>24)</sup> が最大スピードの改善を図るため、自動車にアームを取り付け、走者に超最大疾走トレーニングを課し、効果をあげたのが先鞭といわれている。さらに、1979年には、Bosen<sup>5)</sup> が、モーターサイクルを用いたトゥートレーニングを4人のスプリンターに対して行った結果、ランニングスピードが向上したことを報告し、翌1980年には Fox<sup>8)</sup> が数人のスプリンターに対して5週間のトゥートレーニングを行った結果、100ヤードダッシュのタイムが10秒5から9秒9に短縮できたと報告した。また、Tansley<sup>20)</sup> はオーバースピードトレーニングの結果、100m走で0.37秒のタイムの向上がみられたことを報告している。国内でも日本体育協会の「スプリントアシステッドトレーニングに関する研究」プロジェクト前後から数多くの報告がみられるようになった<sup>1)2)15-21)27-29)</sup>。

このように、スプリントアシステッドトレーニングの有効性は多く述べられているものの、あくまでも陸上競技の種目としてのトレーニングであり、これをサッカー選手に応用しようとする以下のような問題が生じてくる。

- 1) スプリンター用のトレーニングが、サッカー選手に対しても有効で

あるかどうか。

2) 簡易に、また多人数が行うことが可能であるかどうか。

このような点が解明あるいは解決できなくては、それをサッカーのトレーニングの中に取り入れることは不可能である。したがって本研究ではこれらを検証し、必要があれば改良してサッカーのトレーニングの中に組み入れられるものを確立することを目的とした。

## 1. スプリントアシステッドトレーニングのサッカー選手への応用

スプリントアシステッドトレーニングの効果に関しては先述の通りであるが、トップレベルのスプリンター、すなわち疾走フォームの確立した者、あるいはすでに高い疾走スピードを持っている者のみに効果があるという可能性もある。そのため、同様のトレーニングをサッカー選手に対して行い、効果があるかどうかをみることにした。

### 1) 被験者

被験者は、筑波大学サッカー部レギュラー選手5名とし、もともと足の速い選手と遅い選手とを意図的に混在させた。被験者の身体的特性は表1に示した。

### 2) トレーニング

トレーニングに際しては、陸上競技部コーチより説明及び指導を受けた後、等張性牽引可能なトウイングマシン SPEED MAX (ニスポーツ社製)を用いて行った。牽引負荷は2.5kgに設定し、約60mの牽引部分とその後30～40mの自力疾走部分の合計約100mで行った。なお、トウイングマシンが1台であったため、後述する動滑車を用いたアシステッドトレーニングも補助的に行い、この場合も陸上競技部コーチの指導により、トウイングマシンとはほぼ同一の負荷になるようにした。トレーニングは週2回とし、第1週は3本/日、以下第2週は4本/日、第3週が5本/日という具合に漸増させ、3週間にわたり計6日行った。

## 3) 測 定

トレーニング前後に100m走タイムの測定を行った。

表1 被験者の身体的特性及びトレーニング前後における100m走タイムの比較

Subject	Age	Height (cm)	Weight (kg)	100mDash (sec)		Diff. (sec)
				Pre-Tr.	Post-Tr.	
M. I.	22	181	71	12.2	11.9	0.3
S. T.	20	170	72	12.2	11.9	0.3
T. N.	21	179	71	13.1	12.6	0.5
S. H.	19	175	75	13.1	12.5	0.6
H. M.	19	173	67	12.9	11.3	1.6
Mean (S. D.)	20.2	175.6 (4.4)	71.2 (2.9)	12.70 (0.46)	12.04 (0.53)	0.66 (0.54)

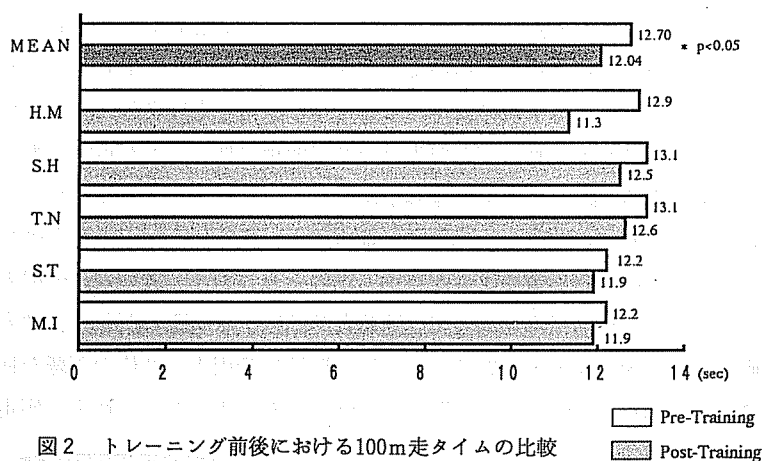


図2 トレーニング前後における100m走タイムの比較

## 4) 結 果

トレーニング前後の100m走のタイムを表1及び図2に示した。トレーニング前では平均12.70秒であったのがトレーニング後では12.04秒と、0.66秒短縮しており、各被験者についてみても全員においてタイムの短縮がみられた。この結果はサッカー選手においてもスプリントアシステッドトレーニングによりスプリント能力の開発が可能であることを示唆してい

る。

しかし、このトウイングマシンを用いたスプリントアシステッドトレーニングを実際のサッカーの練習に取り入れるには次のような問題が生じる。

- 1) 設備にかなりの費用がかかる
- 2) トレーニングを行うことのできる人数が大きく制限される

陸上競技の短距離種目の場合は、スピードの養成が非常に大きな部分を占めるし、少数精鋭的にトレーニングすることも意味があるが、サッカーの場合この点が解決されなくてはトレーニングに取り入れることは不可能である。

## 2. 動滑車の原理を用いたスプリントアシステッドトレーニング

以上のような点を考慮し、サッカーのトレーニングとしてふさわしいと思われるのが動滑車の原理を用いたスプリントアシステッドトレーニングである。この方法はスイスのセベシュタインによって考案されたものであるが、滑車、ベルト、ロープを組み合わせることで簡単に作ることが可能である点が特徴である（図3）。被牽引者は、腰にロープを引っかけるためのフックを付けたベルトを装着し、牽引者が前方で引っ張る。ロープの長さは約50mで、一端は被牽引者のフックに引っ掛けられ、もう一方の端は牽引者の背中に付いている滑車を通して、補助者が保持する（図4参照）。補助者が動かないと仮定すると、被牽引者は同一時間に牽引者の2倍の距離を移動することになり（動滑車の原理）、その結果、牽引者の2倍の速さで疾走

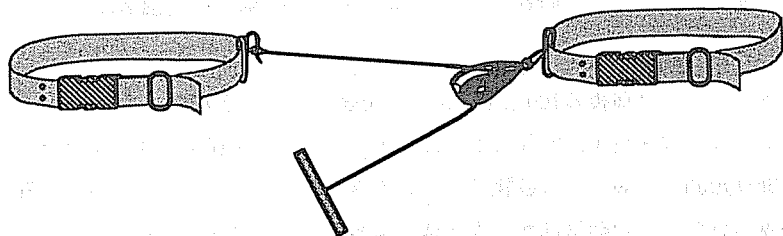


図3 動滑車の原理を利用した索引装置

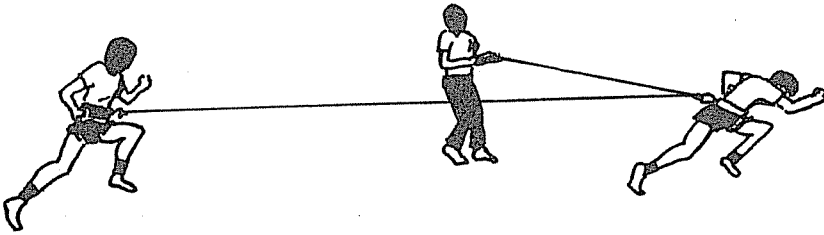


図4 動滑車の原理を利用した索引装置によるトウトレーニング方法

することになる。この場合、牽引者は抵抗が大きくそれほど速く走ることができないので比較的緩やかに立ち上がった後超最大速度に達することになる。補助者が進行方向に移動する場合には、牽引者に対する負荷が軽減されるため、走者の立ち上がりを早めより長い距離の牽引が可能になると考えられる。牽引された後はロープは張力がなくなり自然にフックから落下するので、自力疾走に移行することができる。このように、動滑車による方法を用いれば、先に挙げた2つの問題点は解消でき、さらに3人1組でローテーションすることによって牽引者のレジステッドトレーニングの効果も期待できることになる。しかし、このトレーニングは陸上競技においても実際にはあまり用いられていない。それはトウイングマシンの方がその制御性と操作においてはるかに優れており、負荷を簡単に設定することができるためであると考えられる。Tansley<sup>20)</sup>によると、スプリントアシステッドトレーニングの最適な負荷としては、全力走の110%程度といわれており、トウイングマシンを用いた場合は、3.5kgあたりから開始し、上達とともに5kg程度まで張力を高めるのが好ましいとされているが<sup>18)</sup>、動滑車を用いたトレーニング法は補助の仕方により走者にかかる負荷が異なり、最適負荷のためにはどのような補助をしたらよいかに関してはデータがないのが現状である。したがって、補助の仕方と走者への負荷との関係をみるため予備実験として、次のような3通りの補助の仕方(図5参照)での被牽引者の走速度変化をみることにした。

- 1) 補助者がロープのはしをもって止まっている方法 (Fixed Mode)。

- 2) 補助者が牽引者のスタートとともにゆっくりとジョギングする方法 (Jogging Mode)。
- 3) それらをミックスした形、始めはジョギングし、徐々にスピードを緩め最後にはストップする方法 (Mixed Mode)。

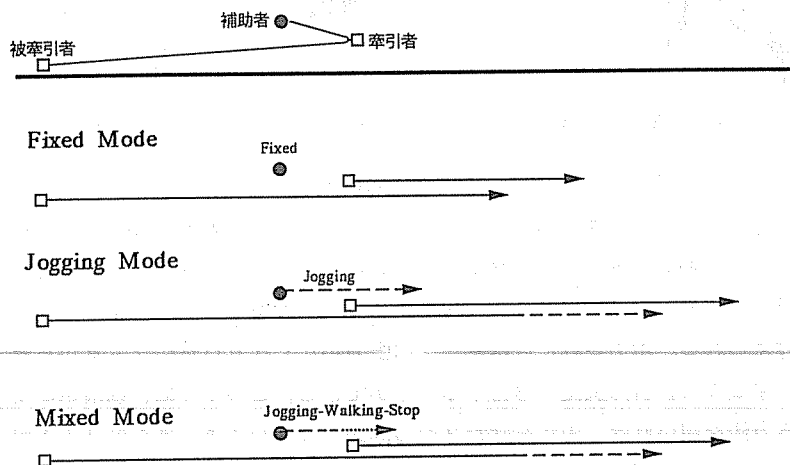


図5 3通りの補助のしかたによる動滑車を用いたトウトレーニング

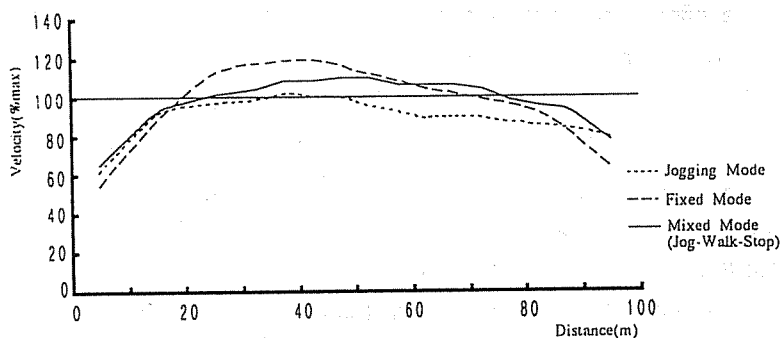


図6 3通りの補助のしかたによる索引走における走速度の変化

結果は図6に示した。まず、補助者が止まっている場合をみると、前半の立ち上がりは他と比較して緩やかになっている。これは牽引者にか



かる負荷が大きすぎ、牽引者のスピードが上がらないためであると考えられる。さらにこの前半の牽引者への負担は、疲労という形で後半部に影響を及ぼしているため、他と比較して後半部に著しく速度が低下しているものと考えられる。中間部では最も高いスピードレベルに達しているが、ピーク時には120%に達するスピードなので、負荷としては高すぎると言える。ジョギングの場合とミックスの場合ではどちらもスタートの立ち上がりは早い、ジョギングの場合、後半速度の低下が目立つのに対し、ミックスの場合では最も長く超最大での疾走を行っている。これは牽引者が疲労により後半スピードが低下する分を、補助者のスピードの低下によって相殺しているためと考えられる。また、ピーク時のスピードも110.5%とほぼ最適範囲であり、トレーニングを行うにはこの補助のしかたが最適であると考えられ、以下この方法を用いてトレーニングを行うこととした。

### 3. 動滑車の原理を用いたスプリントアシステッドトレーニングのサッカー選手に対する応用

動滑車の原理を用いたスプリントアシステッドトレーニングがサッカー選手に対して有効であるかどうかをみるため次のような実験を試みた。

#### 1) 被験者

被験者は成城大学サッカー部員10名とし、被験者の身体的特性は表2に示した。

#### 2) トレーニング

動滑車を用いたスプリントアシステッドトレーニングを週2回4週間行った。1日のトレーニング本数は第1週が2本で、以下週あたり1本増加させ、第4週には5本/日にして行った。サッカーのトレーニングの中に取り込めることを前提としたため、試合期にレギュラー選手を対象にトレーニングを行わせた。

#### 3) 測定及び分析

トレーニングの前後に100m走のランニングスピードを測定した。測定は反応時間の差などがでないよう任意スタートとし、10m間隔でマーカー

表2 被験者の身体的特性

Subject	Position	Age	Height (cm)	Weight (kg)
KN	FW	20	180	75
TK	DF	22	185	73
TG	GK	21	182	70
NG	DF	23	179	78
KY	DF	22	178	71
SB	FW	22	175	66
NS	FW	22	173	67
MK	MF	20	170	62
MT	MF	21	180	70
NK	MF	22	173	65

を設置した走路を全力走させ、それを VTR に収録した。カメラ角度による遠近誤差を防ぐためカメラは約100m離して設置した（図7参照）。分析は収録された VTR に1/100秒ビデオタイマーを打ち込んだ後、それを再

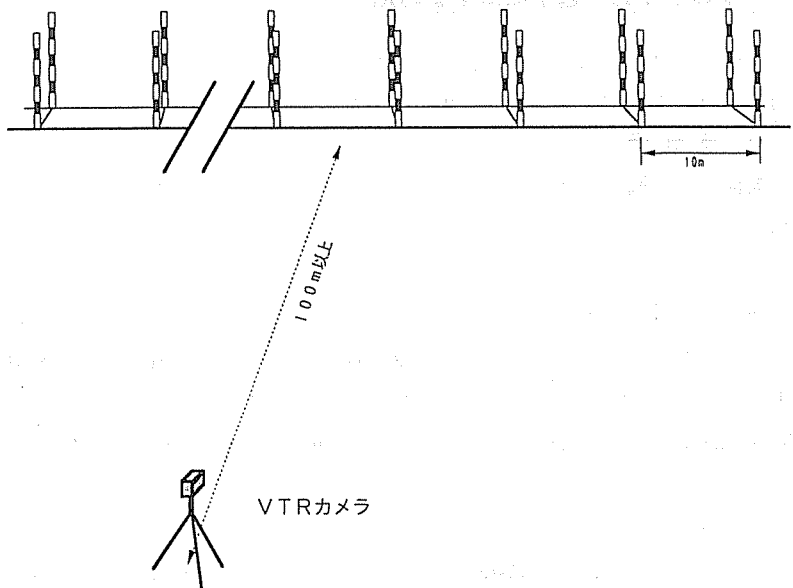


図7 VTR を用いた走速度の測定方法

生させて行った。スタートは足が地面から離れた時点とし、以下の通過点は大転子がマーカーの間を通過した時点として、得られた各区間の通過時間から区間毎のスピードを算出した。30m走タイム、100走タイムには、スタートから30m通過時点、及び100m通過時点までの時間をそれぞれ用いた。また、トップスピードが維持されていると考えられる40～60m区間において、その歩数とタイムから、ピッチ及びストライドを算出した。

#### 4) 結果及び考察

図8は、各被験者のトレーニング前後における100m走タイムを表したものである。3名の被験者はほとんど変化が見られなかったものの、他7名の被験者に関しては0.2～0.5秒程のタイムの向上がみられた。サッカーにおいては100m走よりも30m走の方が多く用いられるので30m走タイムでも比較してみたのが図9である。2名の被験者に関してはわずかにタイムが落ちているものの、7名に関してはタイムの向上が見られた。図10は上記の2つを平均値でみたものである。100m走では1%水準で有意に、30m走でも5%水準で有意にトレーニング後のタイムの向上が認められ、動滑車を用いたスプリントアシステッドトレーニングによっても効果があることが示唆された。

スプリントアシステッドトレーニングの効果に関しては、生理学的、あるいは運動学的な面から多くの説明がなされている。Maglischo<sup>10)</sup>は、超

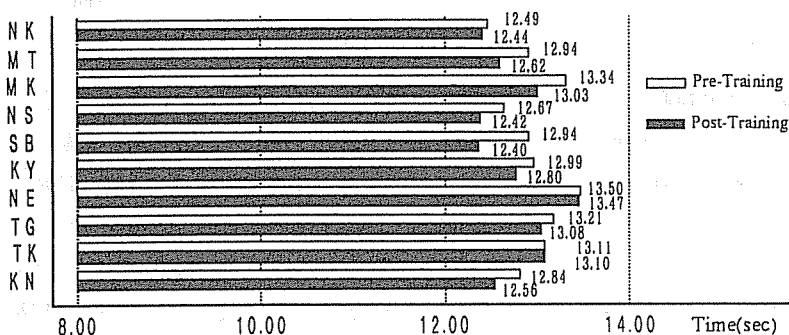


図8 トレーニング前後における100m走タイム

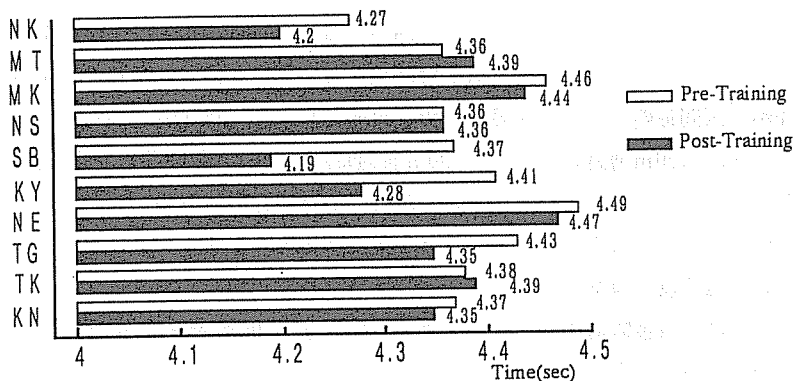


図9 トレーニング前後における30m走タイム

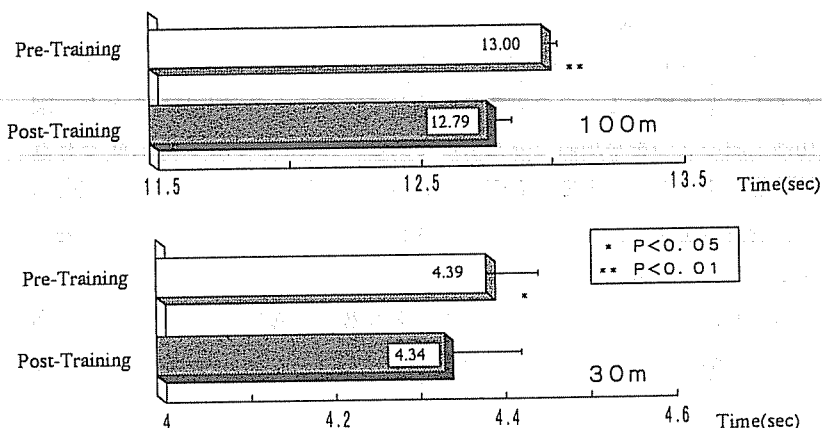


図10 トレーニング前後における30m及び100m走タイム(平均値)の比較

最大での運動は、筋線維の動員数の増加と ATP-CP 系のエネルギー供給のスピードの増加に有効であると述べており、Bosco と Vittori<sup>4)</sup> を始めとして多くの研究者は、主として神経系に対する高い刺激が、神経・筋協応を改善し、より高いレベルへの神経・筋系の適応が可能になるとしている。スプリントアシステッドトレーニングによるランニング動作の変化に関しては、Mann<sup>11)</sup> は離地時に膝の伸展の少なくなり、それが支持時間を短縮させピッチを向上させていると述べ、Zhukov ら<sup>33)</sup> 及び成澤ら<sup>21)</sup> は、脚の

接地開始時において、脚と身体重心のなす水平成分の距離が短くなり、ブレーキのかからない走りになるとしている。また、森田<sup>17)</sup>らは、「トウトレーニング中にピッチの増加した者は、脚の離地後、脚の臀部への引き付けが速く直線的に行われている。脚の振り出しは脚の臀部への引き付けの一連の動きとして直線的に行われ、膝をより高い位置まで引き上げている。回復期後半において足先の軌跡がより直線的になっている。」という変化を報告している。スプリントアシステッドトレーニングは、これら生理学的、運動学的変化が複合して効果を生み出していると考えられるが<sup>18)</sup>、本研究においても、少なからず同様の変化が生じていると考えることができる。

表3 トレーニング前後におけるピッチ及びストライドの変化

	ピッチ (Hz)		ストライド (m)	
	PRE	POST	PRE	POST
KN	3.95	4.19	2.17	2.08
TK	4.15	4.26	2.00	1.94
TG	4.51	4.77	1.82	1.74
NE	4.18	4.47	1.90	1.77
KY	4.32	4.36	1.96	1.94
SB	4.60	4.72	1.83	1.85
NS	4.74	4.67	1.85	1.90
MK	4.27	4.52	1.90	1.83
MT	4.64	4.74	1.82	1.82
NK	4.30	4.45	2.02	1.96
MEAN	4.37	4.52**	1.93	1.88*
S.D.	0.25	0.21	0.11	0.10

\* P&lt;0.05

\*\* P&lt;0.01

40～60m区間における、ピッチとストライドがトレーニング前後でどのように変化しているかをみたものが表3である。10名の被験者のうち9名においてピッチの向上が認められ、平均値においても1%水準で有意な増加が認められた。これは、過去の報告とも一致するところである<sup>14)16)27)33)</sup>。

関岡ら<sup>26)</sup>はスプリンターの成長に関して、「身体の発育・発達とともに疾走スピードが向上していくが、それはストライドの増加によるもので、身体がほぼ完成してからの疾走スピードの向上は主としてピッチの増加によって達成されている」ことを報告し、スピードの壁を破るためにはピッチを増加させることの重要性を示唆している。

いっぽう、ストライドをみてみると、わずかながらトレーニング後に減少がみられた。これは、ピッチの増加は接地時間の減少をもたらすが、その短縮された接地時間の中で、効果的な地面反力を得るキックを行えなかったことに起因すると考えられる。成澤ら<sup>29)</sup>は、トウトレーニングとプライオメトリクスを併用することの効果を示唆しているが、より一層のスピード獲得のためには、短い接地時間の中でも効率よくキックできるだけの瞬間的な筋力発揮の能力をつける必要があると考えられる。杉浦と青木<sup>27)</sup>は、スプリントアシステッドトレーニングを行った結果、ストライド型のスプリンターにおいてはピッチの増加とストライドの減少がみられたことを報告しており、本研究と似た結果を示している。この面からみると、サッカー選手の多くはストライド型の走りをしていると考えられ、これは競技特性上スタートダッシュなどが多く、それによってプッシュ型の走りが相対的に多いことによる適応とも考えられる。いっぽう戸荻と鈴木<sup>32)</sup>は、サッカー選手のスプリントフォームの欠点として、足が後方に流れてしまうことを指摘している。スタート直後は後方に強くキックすることが重要であるが、スピードの増加とともに接地時間が短くなり、地面に力を与えるのが困難になってくる。これは重心の移動スピードに脚のスピードが追いつかないことによるものであるが<sup>3)</sup>、これを解消するには短時間での効率なキック、及び離地後、滞空局面におけるすばやい脚の動きを可能にする神経・筋のコ・オーディネーションが必要とされることが考えられる。浅見<sup>3)</sup>は、スプリントの際に強く蹴ることは必要だが、それを意識しすぎると足が後方に流れスピードの低下を招くと述べているように、いくつかのギアを持ってそれを局面に応じてチェンジできるようにすることも必要であると思われる。

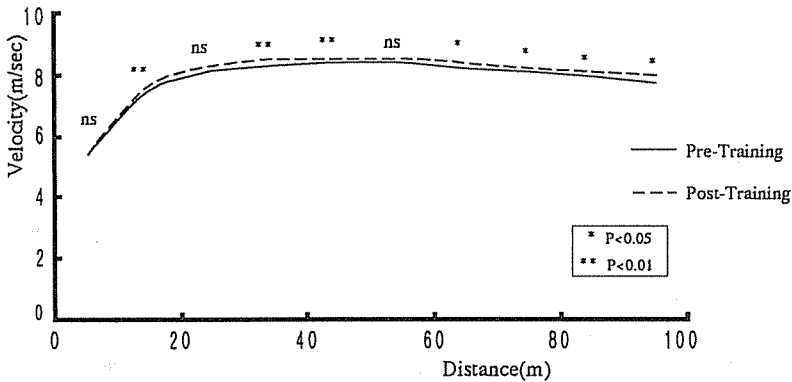


図11 トレーニング前後における各区間速度の比較

図11はトレーニング前後における疾走中のスピードの変化をみたものである。0～10m区間、及び50～60m区間では有意な差がみられないものの、残りの区間ではトレーニング後の方が有意に高いスピードを示していた。スプリントアシステッドトレーニングは、主として、最大疾走速度とその持続能力の向上に効果があると言われているが<sup>1)</sup>、本実験ではこのように加速局面においても効果が認められた。これはトップスプリンターと比較して神経・筋協応の面などで未開発の部分が多く、それだけトレーニングの効果が高かったためとも考えられるが、トレーニングの中で、牽引と補助もローテーションしながら行わせていたので、牽引の際のレジステッドトレーニングとしての効果が加わったためとも考えられる。

このように動滑車を用いたアシステッドトレーニングでも、負荷をうまく設定できれば、短期間で十分に効果があることが認められ、その簡便性からサッカーのトレーニングとして耐え得るものであると考えられた。

〔付記〕 本研究の一部は、第10回及び第13回サッカー医・科学研究会にて報告している。

本稿は、成城大学特別研究助成による成果の一部である。

#### 引用文献

- 1) 阿江通良, 村木征人, 宮下憲, 伊藤信之, 森田正利: 牽引走が100m走の加速及び速度持続局面に及ぼす影響. 平成元年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. VII スプリントアシステッドトレーニングに関する研究 (第2報), 37-45, 1990.
- 2) 阿江通良, 村木征人, 宮下憲, 伊藤信之, 森田正利: 各種の牽引走が疾走中の地面反力に及ぼす影響. 平成2年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. VIII スプリントアシステッドトレーニングに関する研究 (第3報), 3-9, 1991.
- 3) 浅見俊雄: スポーツの科学. pp. 146-148, 1987.
- 4) Bosco, C. and C. Vittori: Biomechanical characteristics of sprint running during maximal and supra-maximal speed. NSA, 1: 39-45, 1986.
- 5) Bosen, K.O.: Experimental speed training. Track Technique, 77: 2382-2383, 1979.
- 6) Bower, R.W. and E.L. Fox: Sports Physiology. 3rd ed. pp. 271, Wm. C. Brown Publishers, 1992.
- 7) ダイソン (金原勇訳): 陸上競技の力学. pp. 119-130, 大修館書店, 1972.
- 8) Fox, E.D.: Sports Physiology. 2nd ed. pp. 201-256, Saunders College Publishing: Philadelphia, 1984.
- 9) Kollath, E.: Measurement of sprinting speed of professional and amateur soccer players. Science and Football, (2): 31-39, 1993.
- 10) Maglischo, E.W.: Swimming faster. 1st ed. pp. 301-347, Mayfield Publishing: California, 1982.
- 11) Mann, R.V.: The biomechanical analysis of sprinters. Track Technique, 94: 3000-3003, 1986.
- 12) Mero, A. and P.V. Komi: Effects of supramaximal velocity on biomechanical variables in sprinting. Int. J. Sport Biomech., 1: 240-252, 1985.
- 13) Mero, A. and P.V. Komi: Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at submaximal, maximal and supramaximal running speeds in sprinters. Eur. J. Appl. Physiol., 55: 553-561, 1986.
- 14) Mero, A. and P.V. Komi: Electromyographic activity in sprinting at speeds ranging from sub-maximal to supra-maximal. Med. Sci. Sports Exerc., 19: 266-274, 1987.
- 15) Mero, A., P.V. Komi, H. Rusko, and J. Hirvonen: Neuromuscular and anaerobic performance of sprinters at maximal and supramaximal speed. Int. J. Sports Med., 8: 55-60, 1987.



- 16) 宮下憲, 森田正利, 村木征人, 阿江通良, 伊藤信之: 漸進的トウ・トレーニングが100m走の走速度・ストライド・ピッチや疾走フォームのダイナミックスに及ぼす影響. 平成元年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. VII スプリントアシステッドトレーニングに関する研究 (第2報), 20-36, 1990.
- 17) 森田正利, 関岡康雄, 西藤宏司, 宮下憲, 麻場一徳: Tow-training 法に関する一考察. 日本体育学会第38回大会号 A: 268, 1987.
- 18) 村木征人, 阿江通良, 宮下憲, 伊藤信之: 等張性トウ・トレーニングにおける適正牽引力とトレーニングの即時効果. 昭和63年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. X スプリントアシステッドトレーニングに関する研究 (第1報), 9-27, 1989.
- 19) 村木征人, 阿江通良, 宮下憲, 伊藤信之: トウ・トレーニングの実践的応用と留意点. 昭和63年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. X スプリントアシステッドトレーニングに関する研究 (第1報), 39-43, 1989.
- 20) 成澤三雄, 金久博昭, 山本正嘉, 黒川貞生, 山本利春, 前河洋一: トウ・トレーニングとプライオメトリック・トレーニング併用が走能力向上に及ぼす影響. 平成元年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. VII スプリントアシステッドトレーニングに関する研究 (第2報), 46-53, 1990.
- 21) 成澤三雄, 岩壁達男, 金久博昭, 黒川貞生, 関和彦, 刈谷文彦: Tow-Training が100m走の速度維持能力に及ぼす影響. 平成2年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. VIII スプリントアシステッドトレーニングに関する研究 (第3報), 3-9, 1991.
- 22) Ozolin, N.: How to improve speed. Track Technique, 44: 1400-1401, 1971.
- 23) Rowe, E. L., E. W. Maglischo, and D. E. Lytle: The use of swim fins for development of sprint swimming speed. Swimming Technique, 14: 73-75, 1977.
- 24) Sandwick, C. M.: Pacing machine. Athletic J., 47: 36-39, 1966.
- 25) Santos, J.: Sprint assisted training. Athletic J., 67: 39-40, 1986.
- 26) 関岡康雄他: 陸上競技の指導カリキュラムに関する研究——カリキュラムのあり方と基本構想——. 平成2年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No. V 競技力向上に関するスポーツカリキュラムの研究開発 (第3報), 9-38, 1991.
- 27) 杉浦雄策, 青木純一郎: 牽引走 (supramaximal running) が走法の異なる短距離走者のピッチとストライドに及ぼす影響. 日本体育学会第38回大会号 A: 312, 1988.
- 28) 杉浦雄策, 青木純一郎: スプリントアシステッド・トレーニング. 昭和63

年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.X スプリントアシステッド  
トレーニングに関する研究 (第1報), 3-8, 1989.

29) 杉浦雄策, 佐久間和彦, 青木純一郎: 牽引走と最大走のバイオメカニカル  
な比較. 昭和63年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No.X スプリン  
トアシステッドトレーニングに関する研究 (第1報), 28-38, 1989.

30) Tansley, J.: Glendale's tow training for sprinters. Track Technique, 78:  
2473-2475, 1980.

31) 戸町晴彦他: 一流サッカー選手の体力について. 東京大学教養学部体育学  
紀要, 13: 33-42, 1979.

32) 戸町晴彦, 鈴木滋: サッカーのトレーニング. pp. 38-40, 大修館書店,  
1991.

33) Zhukov, I. L. and B. V. Shabanov: Tow training. Track Technique, 96:  
3074-3075, 1986.